

**Blutgasanalysen
vor und nach dem chirurgischen Trauma**

von
Michael Sciuk
aus
Hindenburg

1969 No 107



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546217_0134

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Blutgasanalysen vor und nach dem chirurgischen Trauma

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Michael Sciuk

aus

Hindenburg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen - Nürnberg.



Dekan: Prof. Dr. A. Kröncke
Referent: Priv.-Doz. Dr. Bunte
Korreferent: Prof Dr. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 25. 2. 1969

I n h a l t :

	Seite
A. Aufgabenstellung	3
B. Material und Methodik	4
C. Ergebnisse	6
I. Angaben über Alter, Art und Dauer der Operation	
II. Veränderungen von PH, PCO_2 und Basenüberschuss (BÜ)	
1. PH - Werte	
2. PCO_2 - Werte	
3. BÜ - Werte	
4. Gruppe der Patienten, die den PH zur sauren Seite hin verändern (Gruppe A)	
5. Gruppe der Patienten, die den PH zur basischen Seite hin verändern (Gruppe B)	
III. Untersuchung der PH und PCO_2 Werte aller Patienten	
IV. Zusammenhänge zwischen PO_2 und PCO_2	
V. Veränderungen von StB, AB und BB	
1. "Standard Bikarbonat"	
2. "Aktual Bikarbonat"	
3. "Buffer Base"	
4. Synchrone Veränderungen von 6 Werten	
D. Diskussion	27
E. Zusammenfassung	32
F. Literatur	34

Blutgasanalysen vor und nach dem
chirurgischen Trauma

A. Aufgabenstellung

Im Rahmen der Untersuchung über "critically ill patients" wurden der Actual PH, der Kohlensäurepartialdruck (Actual PCO_2), der Basenüberschuß (BÜ), die Pufferbase (BB), das Standardbikarbonat (StB) und der Sauerstoffpartialdruck (PO_2) bestimmt. Die Untersuchungen wurden vor allem an älteren Patienten vorgenommen. Ziel der Untersuchungen ist die Beantwortung folgender Fragen:

1. Wie verändern sich die Blutgase durch das chirurgische Trauma ohne direkte Operation an den Atemwegen? Sind die Ergebnisse durch respiratorische oder durch metabolische Stoffwechselstörungen hervorgerufen?
2. Sind Zusammenhänge feststellbar zwischen den Befunden und der Art der Operation?
3. Sind die Abweichungen der Werte von der Norm abhängig vom Alter der Patienten?
4. In wieweit ist es möglich Kriterien der Regulationsfähigkeit und deren Güte bei Abweichung von der Norm zu erfassen?

B. Material und Methode

Unser Krankengut umfasst 19 männliche Patienten meist höheren Alters (s. Tab. 1).

30 - 40 Jahre	2
40 - 50 Jahre	1
50 - 60 Jahre	4
60 - 70 Jahre	9
70 - 80 Jahre	3

Tabelle 1: Altersverteilung der 19 Patienten

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, daß der größte Teil unseres Patientengutes der Altersgruppe 60-70 jährig (9 Pat. = 48%) angehört. Die zweitstärkste Dekade ist die der 50 - 60 jährigen (4 Pat. = 22%). Die drittgrößte sind mit 3 Pat. die 70-80 jährigen (= 16%). Der Rest im Alter zwischen 30 und 50 Jahren entspricht einer prozentualen Altersverteilung von ebenfalls 16%.

Die Untersuchungen wurden mit einem "Astrup micro-equipment - Radiometer Kopenhagen", Fa. Kurt Hiller-Kus Krefeld (Alleinvertretung für Deutschland), durchgeführt. Es war mit diesem Gerät möglich, den Actual PH, den Actual PCO₂, den Basenüberschuß (BÜ), die Pufferbase (BB = Buffer Base), das Standardbikarbonat (StB) und das Total CO₂ zu bestimmen. Bei 7 Patienten war es uns auch möglich den PO₂ zu ermitteln. Zur Durchführung der Messungen wurde aus dem vorher hyperämisierten Ohr-läppchen Blut ohne Luftkontakt in heparinisierte Kapillaren gebracht. Das ungerinnbare Blut konnte dann in einer "micro capillary glass electrode" auf seinen Säuregrad untersucht werden. Zwei weitere Messungen erfolgten nach "Äquilibration" mit einem PCO₂ von ungefähr 30 mm Hg und 60 mm Hg. Mit Hilfe der gewonnenen Werte des aktual PH und des PH mit zwei verschiedenen PCO₂ konnten nun alle wichtigen Säure-Base Werte auf dem beigegebenen Normogramm ermittelt werden. Alle Patienten wurden wenige Tage vor

der Operation (I), 10 - 30 Stunden nach der Operation (II), 5 Tage nach der Operation (III) und kurz vor der Entlassung (IV) untersucht. Nachdem das Ohrläppchenblut als repräsentativ für das gemischte arterielle Blut gilt, wenn das Ohrläppchen vorher hyperämisiert wurde und das Blut sofort ohne Luftkontakt in eine heparinisierte Kapillare gebracht wird, haben wir sorgfältig auf diese Maßnahme geachtet.

Die Ungenauigkeit der elektrometrischen Meßmethoden wird von P. Astrup (5) als sehr gering angegeben. Systematische Fehler, wie Änderungen der Temperatur, der Pufferlösung und der Drucke in den Stahlflaschen sind bei hinreichender Sorgfalt vernachlässigbar.

C. Ergebnisse:

I. Angaben über das Alter, Art und Dauer der Operation, sowie Kreislauf- und Lungenverhältnisse.

In der Tabelle 2 haben wir alle Patienten in der Reihenfolge ihrer Untersuchung mit Angaben über das Alter, die Art und Dauer der Operation, sowie ihre Kreislauf- und Lungenverhältnisse aufgeführt. Die 19 Patienten hatten ein durchschnittliches Alter von 58,5 Jahren. Der Hauptanteil unserer Patienten wurde am Magen-Darmtrakt operiert (13). Weiterhin wurden drei portocavale Anastomosen, 2 Lungenlappenresektionen und eine Nierenexstirpation durchgeführt. Die Operationsdauer erstreckt sich von 20 min. bei einem inoperablen Cardia-Fundus-Ca bis zu 300 min. bei einer Gastrektomie mit Milzexstirpation.

Im Rahmen der Lungenfunktionsprüfung wurden der Atemgrenzwert, die Vitalkapazität und der Tiffeneau Expirationstest ermittelt. Aus Gründen der Übersicht wurde die Beurteilung der Werte zusammengefasst in drei Gruppen: Gute Lungenfunktion, normale bis leicht pathologische und schlechte Lungenfunktion. Die Einteilung des Kreislaufes erfolgte in gleicher Weise auf Grund der Blutdruck- und Ekg-Ergebnisse.

Nr.	Alter	Operation	Op-Dauer	Lungenfunkt. vor der Op.	Kreislauf vor der Op.
1	63	Nierenexst. li.	105	+	•
2	65	Lungenober- lappenres.	160	+	•
3	32	Abdom. sacr. Rekt. amp.	180	+	+
4	33	Portocavale Anastomose	150	+	+
5	62	Cardiares.	210	+	+
6	63	Portocavale Anastomose	190		•
7	55	CardiaFuCa Celest.Tub.	90	+	
8	63	Gastrekt. Milzexst.	300	+	-
9	61	Sigmares. Anus präst.	230	+	-
10	58	Pankreaskopf Ca Probelap.	30	-	•
11	69	Hemicolon- resektion	140	+	•
12	59	Cardia Ca Celest.Tub.	45	+	+
13	73	Rektum Ca Sigmares.	165	•	•
14	54	Portocavale Anastomose			
15	61	Lipomres. aus Lunge	90	•	•
16	42	Billroth II	90	+	•
17	65	Magen Ca		+	•
18	70	Cardia Ca. Celest. Tub.	60	-	+
19	63	Magen Ca Probelap.	20	-	+

Tabelle 2: Übersicht über Alter, Operation, Operationsdauer, Lungen- und Kreislauffunktion vor den Operationen.

+ = gut

• = normal bis leicht pathologisch

- = schlecht

II. Veränderungen des PH-Wertes, des PCO₂ und des Basenüberschusses (Mittelwert aller Pat.=Mges.)

1. Die Untersuchung des PH-Wertes vor und nach der Op ergab im Mittel eine Veränderung in Richtung Acidose (s.Tab. 3).

Von den Ausgangswerten, die im wesentlichen im Normbereich liegen, ist bei Untersuchung unmittelbar nach der Operation (II) die Tendenz in Richtung einer wenig kompensierten metabolischen Acidose zu sehen.

Bei der Untersuchung am 5. post operativen Tag (III) ist daraus eine Alkalose von respiratorischem und überwiegend metabolischem Charakter geworden. Bei der vierten Untersuchung sind die Verhältnisse ähnlich, nur haben sich die Werte wieder dem Normbereich genähert.

Pat Nr.	I	II	III	IV
1	7,39	7,37	7,44	
2	7,43	7,38	7,48	7,44
3	7,38	7,42	7,445	7,425
4	7,40	7,32	7,46	
5	7,38	7,325	7,505	7,46
6	7,45	7,30	7,45	7,44
7	7,40	7,315	7,45	
8	7,39	7,42	7,5	7,40
9	7,38	7,36		
10	7,47	7,51		
11	7,42	7,365	7,45	7,45
12	7,41	7,49	7,46	
13	7,355	7,365	7,44	
14	7,41	7,43		
15	7,38	7,34	7,445	7,4
16	7,4	7,44	7,43	7,45
17	7,475	7,43	7,45	7,42
18	7,37	7,375	7,385	7,43
19	7,425	7,395	7,45	7,435
M _{ges}	7,405	7,386	7,452	7,430
M _a	7,41	7,35	7,45	7,43
M _b	7,40	7,43	7,44	7,43

Tabelle 3 : Veränderungen der PH-Werte
der Patienten 1-19

I = vor der Operation
 II = kurz nach der Operation.
 III = am 5. Tag nach der Operation
 IV = kurz vor der Entlassung

M_{ges} = Mittelwert aller Patienten
 M_a = Mittelwert der Gruppe mit abfallendem
 PH nach der Operation
 M_b = Mittelwert der Gruppe mit ansteigendem
 PH nach der Operation

2. Die PCO₂ Werte waren unmittelbar nach der Operation erhöht, 5 Tage später erniedrigt und kurz vor der Entlassung wieder etwas erhöht (Tab. 4 und Abb. 1).

Pat. Nr.	I	II	III	IV
1	38	41	30	
2	36,5	41	36,5	33,5
3	43	42	35	47
4	39,5	54,5	37	
5	45,5	32,5	34,5	36,5
6	34	47	38,5	33
7	39	42	39,5	
8	41	36	25,5	32,5
9	46	39,5		
10	34,5	32		
11	38,5	36,5	24,5	37,5
12	34	32	43	
13	42	41	32	
14	33,5	32,5		
15	35	40	43,5	40
16	26,5	29,6	38,5	38,5
17	24	34	32	45,2
18	39,5	39	46	39
19	41	42	44	38,5
M _{ges}	37,47	38,63	36,65	38,29
M _a	38,0	40,9	36,0	37,4
M _b	36,8	35,5	36,7	39,3

Tabelle 4 : Veränderungen der PCO₂ - Werte der Patienten 1-19

I = vor der Operation
 II = kurz nach der Operation
 III = am 5. Tag nach der Operation
 IV = kurz vor der Entlassung

 M_{ges} = Mittelwert aller Patienten
 M_a = Mittelwert der Gruppe mit abfallendem PH nach der Operation
 M_b = Mittelwert der Gruppe mit ansteigendem PH nach der Operation

3. Der vor der Operation im Mittel erniedrigte Basen-Überschuss war bei der Untersuchung II (1. Untersuchung nach der Operation) im Durchschnitt noch mehr abgesunken. Bei der III. und IV. Untersuchung jedoch war er im positiven Bereich (Tab. 5 und Abb.1).

Pat. Nr.	I	II	III	IV
1	-0,5	-1,5	-1,8	
2	0,05	-1	4	-1,2
3	0	2,2	0	5
4	-0,3	1	2,2	
5	1,5	-8	4	1,8
6	2	-3,8	2,5	-1,5
7	-0,5	4,8	3	
8	0	-0,5	-1,5	-3,8
9	1,6	-3		
10	0,5	-0,5		
11	0,4	-4	-2,6	2,3
12	-2,7	0,9	5,8	
13	1,6	-2	-1,6	
14	-2,5	-1,8		
15	-3,3	-4		
16	-5,7	-2,9	1,4	3
17	-4,2	-1,5	0,1	4
18	-2,3	-2	1,5	1,8
19	2,5	0,8	4	2
M_{ges}	-0,779	-1,97	1,6	1,12
M_a	-0,07	-2,8	2,2	1,1
M_b	-1,8	-0,83	0,9	1,5

Tabelle 5: Veränderung der BÜ-Werte
der Patienten 1-19

I = vor der Operation
 II = kurz nach der Operation
 III = am 5. Tag nach der Operation
 IV = kurz vor der Entlassung

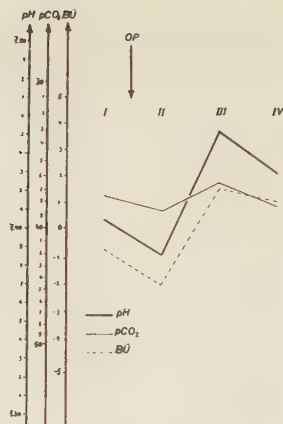


Abbildung 1: Darstellung der Mittelwerte des PH, PCO_2 und BÜ aller Patienten.

4. Gruppe A: Diejenigen Patienten, die den PH-Wert nach der Operation zur sauren Seite hin verändert haben. (Mittelwert = Ma der Tabellen 3,4 und 5).

In diesem Sinn haben folgende Patienten reagiert: 1,2,4,5,6,7,9,11,15,17,19. Es handelt sich bei der zweiten Untersuchung (II) um eine metabolische Acidose, die noch etwas durch eine leichte respiratorische Acidose verstärkt wird. Bei der dritten Untersuchung (III) liegen die Werte auf der entgegengesetzten Seite des Normbereiches. Es hat sich eine

Alkalose respiratorischer und metabolischer Art entwickelt. Bei der Untersuchung IV nähern sich die Werte wieder dem Normbereich.

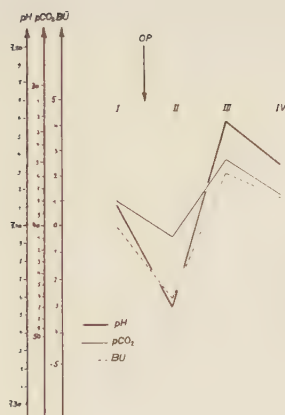


Abbildung 2: Darstellung der Mittelwerte der Patienten (1,2,4,5,6,7,9,11,15, 17,19), die den PH nach der Operation zur sauren Seite hin verändert haben.

5. Gruppen B: Diejenigen Patienten, die den PH Wert nach der Operation zur basischen Seite hin verändert haben (Mittelwert = M_b der Tabellen 3, 4 und 5).

Bei dieser Gruppe handelt es sich um die übrigen Patienten: 3,8,10,12,13,14,16,18. Die Änderung ihres PH Wertes erfolgte zur alkalischen Seite hin. Die zweite Untersuchung ergibt eine nicht kompensierte respiratorische Alkalose. Die Untersuchung III zeigt ein weiteres Ansteigen des PH aus respiratorischer und metabolischer Ursache. Bei der Untersuchung IV erfolgt Annäherung an den Normbereich. (Tab.3,4 und 5), Abbildung 3.

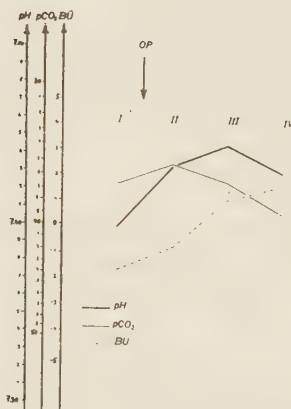


Abbildung 3: Darstellung der Mittelwerte der Pat. (3,8,10,12,13,14,16,18), die den PH nach der Op zur basischen Seite hin verändert haben.

Es ist zu beachten, daß die Patientengruppen der Abbildungen 2 und 3 zwar entgegengesetztes Verhalten hinsichtlich des PH Wertes zeigen, daß die Veränderung aber durch respiratorische, metabolische oder eine kombinierte Störung verursacht sein kann. In jeder der 3 Abbildungen (1,2,3) sind also die drei Formen enthalten.

III. Die Untersuchung des PH und PCO_2 Wertes aller Patienten

Außer einem Patienten (15) sind alle im metabolischen Sinn veränderten Werte von PH und PCO_2 bei Patienten gefunden worden, die am Gastrointestinaltrakt operiert wurden (3,5,9,11,18). Es handelt sich dabei um die Untersuchung unmittelbar post operationem (II). In diese Gruppe der Patienten gehören auch diejenigen, die kombiniert metabolisch und respiratorisch verändert sind, da die metabolische Komponente einen erheblichen Anteil ausmacht. (7,8,12,13,16,19). (Abb. 4). Die mit dem Kreis umschriebene Fläche soll den als sicher in der Norm befindlichen Bereich beschreiben.

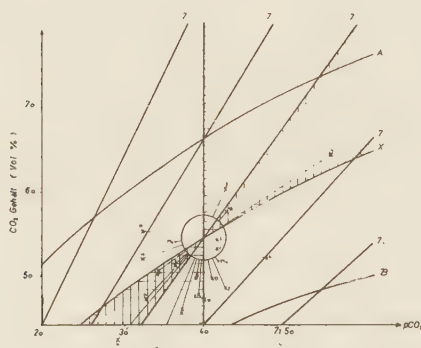


Abbildung 4: Darstellung aller Einzelwerte in Abhängigkeit von PH und PCO_2 .

Die Abweichungen der Werte vom Normalbereich (Kreis) auf der Ordinate nach oben oder unten entsprechen metabolischen Änderungen. Abweichungen von dieser Ordinate auf der Abszisse (nach links oder rechts) drücken den respiratorischen Anteil aus. Jeder eingezeichnete Wert setzt sich also aus zwei Komponenten zusammen. Nur die Werte, die genau auf der Ordinate oder der gedachten Abszisse durch den Kreismittelpunkt liegen, sind nicht kompensiert, sondern reine metabolische oder respiratorische Abweichungen.

IV. Zusammenhänge zwischen P_{O_2} und PCO_2

Bei den Patienten (5,6,7,11,12,18,19) wurde auch der P_{O_2} gemessen. Im Zusammenhang mit dem PCO_2 (Abb.6) dieser Patienten lässt sich eine Ventilationsstörung differenzieren. Ausser bei Patient 18 (O_2 - Sonde) fällt nach der Operation bei den übrigen Patienten der Sauerstoffpartialdruck ab (Abb. 5).

Die Diskussion und Deutung der Zusammenhänge zwischen Abb. 5 und 6 erfolgt später.

Pat. Nr.	I	II	III	IV
5	70	66	60	66
6	70,5	64	70	68
7	72	70,5	66	
11	69	64	58	61
12	70	68	52	
18	60	79	67	62
19	67	58	63	62

Tabelle 6: P_{O_2} Werte der Patienten
5,6,7,11,12,18,19

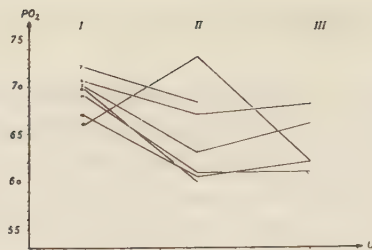


Abbildung 5: Veränderungen des PO_2 bei den Patienten 5,6,7,11,12,18,19
(Aus Gründen der Übersicht wurden in den Abbildungen 5 und 6 die Werte II und III zu einem Mittelwert zusammengefasst)

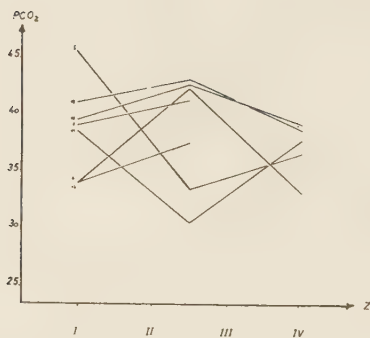


Abbildung 6 : Veränderungen des PCO_2 bei den Patienten 5,6,7,11,12,18,19 (Tab.3)

V. Die Veränderungen von StB, AB und BB

1. Standardbikarbonat:

Wie schon auf Seite 12 erwähnt, werden alle Patienten mit abfallendem PH nach der Operation zu einer Gruppe zusammengefasst (M_a). Alle Patienten mit ansteigendem PH nach der Operation bildeten die zweite Gruppe (M_b). M_{ges} bezeichnet die Mittelwerte aller Patienten. Die Untersuchung des StB ergab eine Verkleinerung des Wertes als Ausdruck einer Verminderung der Alkalireserve. Der bei der III. Untersuchung erhöhte StB nähert sich bei der IV. Untersuchung wieder der Norm.

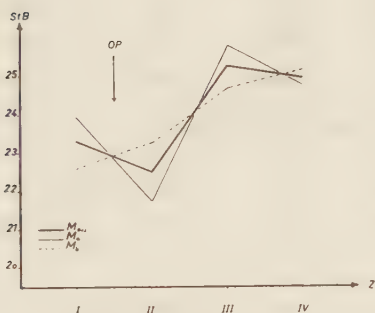


Abbildung 7: Veränderung der StB - Werte der Patienten 1 - 19

Tabelle 7: Siehe nächste Seite!

Pat. Nr.	I	II.	III	IV
1	29,5	22,8	22,5	
2	24,4	23,1	27	23
3	24,0	25,7	24	28
4	23,6	24,0	25,7	
5	25,1	18,0	27,4	25,3
6	25,6	21	26	22,6
7	23,5	20,2	26,5	
8	24	23,4	22,7	21
9	25,2	21,6		
10	24,5	23,5		
11	24,4	20,6	22	26
12	21,8	24,6	28,7	
13	22,7	22,4	22,5	
14	22	22,5		
15	21,5	20,9	28	24
16	19,7	21,6	25	26,4
17	20,6	22,5	24	27
18	22	22,4	25,2	25,3
19	26	24,5	29	25,5
M _a	24,5	21,7	25,8	24,8
M _b	22,6	23,3	24,7	25,2

Tabelle 7 : StB - Veränderungen

- I = vor der Operation
- II = kurz nach der Operation
- III = am 5. Tag nach der Operation
- IV = kurz vor der Entlassung

2. Das "actual Bikarbonat" verändert sich analog dem Standard-Bikarbonat, nur ist bei der IV. Untersuchung der Wert noch etwas weiter von der Norm abgewichen. Unmittelbar nach der Op. sind die Werte abgefallen, steigen aber bei der Untersuchung III (5 Tage nach der Op.) über den Ausgangsmittelwert hinaus an. Bei der letzten Untersuchung (IV = kurz vor der Entlassung) sind die Werte des "actual Bikarbonat" sogar noch etwas grösser geworden.

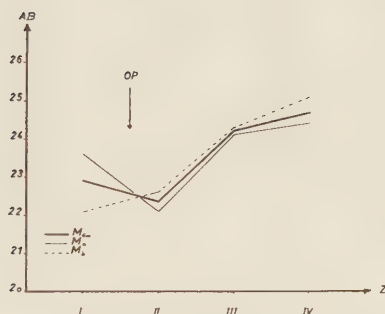


Abbildung 8: Veränderung der AB Werte
der Patienten 1 - 19

Tabelle 8: siehe nächste Seite!

Pat. Nr.	I	II	III	IV
1	23,2	23,1	19,5	
2	23,6	23,5	26,0	22,2
3	24,7	26,2	23	30,0
4	23,3	27,8	24,7	
5	26,0	16,5	26,1	24,6
6	24,6	22,2	25,5	21,5
7	23,4	20,6	26,0	
8	24,3	22,6	19,3	19,5
9	28,0	21,0		
10	24,4	24,6		
11	24,2	20	16,3	25,4
12	20,8	23,0	29,5	
13	23,5	23,6	21,2	
14	20,5	21		
15	20	20,9	28,5	24
16	16	19,5	24,5	26
17	17,2	21,6	21,5	28,1
18	21,7	22,1	26,5	25,0
19	26,1	25	29,3	25,1
Ma	23,6	22,0	24,3	24,4
Ma	22,0	22,8	24,0	25,1

Tabelle 8: Veränderungen des
"actual Bikarbonats"
der Patienten 1-19

I = vor der Operation
 II = kurz nach der Operation
 III = am 5. Tag nach der Operation
 IV = kurz vor der Entlassung

3. Die "Buffer Base" ändert sich in gleichem Sinne wie das Standard Bikarbonat in Abb. 7. Nach der Operation zuerst Abnahme der Werte (bei II), dann überschüssender Anstieg (bei III) mit Annäherung zum Ausgangswert (bei IV).

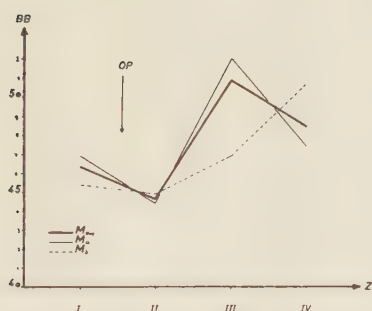


Abbildung 9 : Veränderung der BB Werte der Patienten 1-19

Tabelle 9: Siehe nächste Seite

Pat. Nr.	I	II	III	IV
1	47,2	48	49,5	
2	50,2	49,2	53	41
3	48,5	51,8	44,2	55,5
4	43,6	49,5	50,5	
5	46,5	40,8	50,2	49,5
6	49,8	43	49,5	41,2
7	43,5	42,5	48,8	
8	49	47,5	47	42,8
9	49,3	41,3		
10	39,5	33,6		
11	45,8	37,8	52,7	48
12	41	43,5	56	
13	47	44,8	45,2	
14	46	45		
15	50	45,1	55	48,5
16	46	43,8	51	53,2
17	43,8	41,6	53,5	54
18	46,5	49,5	50	51,4
19	46,3	50,8	58	49,5
M _a	46,9	44,5	52,0	47,4
M _b	46,7	44,9	48,9	50,7

Tabelle 9 : Veränderung der BB Werte
der Patienten 1-19

I = vor der Operation
 II = kurz nach der Operation
 III = am 5. Tag nach der Operation
 IV = kurz vor der Entlassung

4. Synchrone Veränderung von 6 Werten:

Um die jeweilige Gesamtlage im Rahmen der Diskussion besser beurteilen zu können, sind in Abb. 10 die Diagramme von 6 Werten mit gleicher Zeiteinteilung untereinander dargestellt. Bei der II. Untersuchung fallen die Werte von PH, StB, BÜ, BB und AB ab und nur der PCO_2 steigt im Vergleich zur Ausgangslage an.

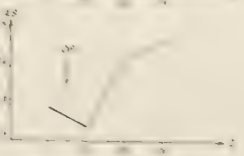
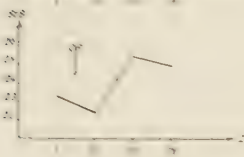
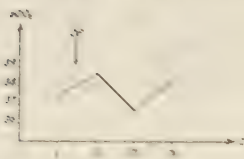
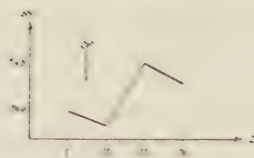


Abbildung 10: Die mittleren Veränderungen der Patienten 1-19 bei den Messungen des PH, PCO₂, StB, BU, BB und AB.

D. Diskussion

Bekanntlich liegt meist am Ende einer Operation und Narkose die Tendenz zu einer respiratorischen oder metabolischen Acidose vor, die, falls sie nicht kompensiert wird, gefährlich werden kann.

In unseren Ergebnissen reagierten 58% der Patienten mit einem Abfall des PH-Wertes nach der Operation. Die Ursache für die relativ geringere Prozentzahl bei unseren Untersuchungen ist wahrscheinlich der hohe Anteil der Operationen am Gastrointestinaltrakt, (13 von 19 Patienten); denn von diesen 13 Patienten haben 9 Patienten metabolische (oder Anteile davon) gezeigt, und 4 Patienten Abweichungen respiratorischer Art. (Tab. 10).

Pat.Nr.	Met.-Acidose	Met.Alkalose	Resp.Acidose	Res.Alkalose
3		X		
5	X			
7	X			
8				X
9	X			
10		X		
11	X			
12		X		
13	X			
16				X
17				X
18	X			
19			X	

Tabelle 10: Änderungsrichtung der Patienten
mit gastrointestinaler Operation.

Nachdem der Hauptanteil bei den Patienten mit metabolischer Acidose liegt, ist die Kompensationsmöglichkeit vorallem in der Verminderung des PCO_2 durch Hyperventilation. Es kann leicht zur Überkompensation kommen, z.B. bei gleichzeitigem O_2 Mangel. Die "Schwäche zur Hyperventilation" durch den selbst-neutralisierenden Effekt durch Verminderung des Sauerstoffpartialdrucks (1), ferner die Überkompensationsmöglichkeit und der hohe Anteil an Gastrointestinaloperationen können der Grund sein für den Abfall bei "nur" 58% unserer Patienten.

Die Einschränkung der an sich notwendigen Hyperventilation hat folgende Gründe: Die Atemexkursionen sind durch Schmerzen, Schonstellung und -haltung des Körpers vermindert. Der Pat. befindet sich nach der Op. in einem Zustand, wo er durch Muskelrelaxation einen Teil seiner muskulären Kraft, auch die der Atemmuskulatur, eingebüßt hat. Ausserdem ist das Abhusten erschwert, weil die Bauchpresse nach Laparotomie wegen der Schmerzen nicht voll funktionsfähig ist. Diese Einschränkung der respiratorischen Ausgleichsmöglichkeit der metabolischen Acidose bewirkt wahrscheinlich den PH-Abfall. Die metabolischen Ursachen sind wohl in der Mobilisation von Nebennierenrindenhormonen zu sehen, die zu einem vermehrten Fett- und Eiweißabbau führen und damit eine Acidose durch ketoplastische Aminosäuren und Abbauprodukte der Fettsäuren bewirken.

Bei der Frage nach den Zusammenhängen zwischen bestimmten Veränderungen der Werte und der Art der Operationen kann nur die Gruppe der Patienten mit Operationen am Gastrointestinaltrakt grob abgegrenzt werden, da sie fast ausschliesslich metabolische Abweichungen aufweist. Nur der Pat. 19 fällt aus der Reihe. Die Patienten 8, 16 und 17 zeigen zwar eine respiratorische Alkalose (Abbildung 4) können aber trotzdem primär eine metabolische Acidose entwickelt haben, die beim Zeitpunkt unserer Messung respiratorisch überkompensiert war. Die metabolischen Indikatoren dieser Patienten (StB, AB und BÜ) gehen, wenn z.T. auch nur im Normalbereich, in diese Richtung. Der PH-Anstieg wird bei diesen Patienten noch gleichsinnig verstärkt durch einen Hämatokritabfall bis zu 36% in den Tagen nach der Operation, der sich häufig im Sinne einer Alkalose auswirkt. Leider sind die zeitlichen Verhältnisse der PH-Regulation nicht exakt definiert, so dass die Vermutung dadurch gestützt werden könnte.

Bekannt ist, daß im Rahmen einer metabolischen Acidose die organischen Säuren (z.B. Milchsäure und β -oxy Buttersäure) durch Oxydation zu CO_2 und H_2O entfernt werden und daß andere Säuren durch die Nieren eliminiert werden. Dabei ist die renale Komponente der Regulation ein langsamer Prozeß (1), im Gegensatz zur schnellen Kompensationsmöglichkeit durch die "Abrauchung von CO_2 ".

Zur Diskussion der Regulationsprobleme ist die genaue Betrachtung der Abbildung 2 sinnvoll. Es ist die zu regelnde Größe (PH) abgebildet und die Repräsentanten der beiden wichtigsten Regelmechanismen PCO_2 und BU. Bei der in dieser Abbildung dargestellten Gruppe der Patienten verändert sich der PH-Wert durch die Operation zur sauren Seite hin. Es kommt zunächst bei der Untersuchung II zu einer hauptsächlich metabolischen Acidose, bei der Untersuchung III zu einer respiratorischen Alkalose mit erheblichem metabolischen Anteil und bei der Untersuchung IV zu einer Rückführung der Werte zum Normbereich. Die Betrachtung der Werte bei der zweiten Untersuchung zeigt, daß durch die Auswirkungen der postoperativen Phase der respiratorische Anteil des PH-Regelkreises ausfällt und sogar (wenn auch nur geringen) negativen Einfluß hat. Der PCO_2 ist nämlich etwas angestiegen, wo er doch sinngemäß (also verpolt) fallen müßte, um die metabolische Acidose, wenn nicht ganz, so doch wenigstens etwas durch eine respiratorische Alkalose zu kompensieren.

Bei aller Vorsicht der Beurteilung der Ergebnisse erscheinen sie in diesem Falle diskutabel, da sie immerhin die mittleren Verhältnisse von 11 Patienten darstellen, deren PH sich in gleicher Richtung verändert hat.

Umgekehrt sind die Verhältnisse bei Untersuchung III. Der PH-Wert ist angestiegen, wobei die respiratorischen und metabolischen Komponenten fast in gleichem Ausmass beteiligt sind. Es kam also in den ersten 5-6 Tagen nach der Operation zu einer Umstellung im Sinne der Gegenregulation. Die Reaktionsweise der drei Werte auf die Operation zeigt, dass der Regelbereich des PH nicht überschritten wird, die Regelbreite aber vergrössert wurde. Als Ursache dafür müssen die Auswirkungen der Operation auf die beiden Regelkreise mit der gleichen Regelgrösse (PH) nämlich Ventilation und Metabolismus genauer beleuchtet werden.

Die Ventilation wird durch die flachere Atmung beeinträchtigt, die vorallem durch die Schmerzen bedingt ist. Dadurch wird die bei Acidose notwendige "Hyperventilation" nicht in ausreichendem Masse ausgeführt, ja die Ventilation bleibt sogar etwas unter der Norm. Vergleicht man die analogen Werte von P_{O_2} und PCO_2 in den Abblindungen 5 und 6, so sind die Veränderungen nicht bei allen Patienten im Sinne einer Globalinsuffizienz mit Abfall von P_{O_2} und Anstieg von PCO_2 , sondern auch im Sinne einer Partielinsuffizienz (12) mit Abfall von P_{O_2} und erniedrigtem oder normalem PCO_2 zu deuten.

Umgekehrt ist die Lage nach einigen Tagen, bei der der vermaschte Regelkreis des Sauerstoffs seine Auswirkung zeigt: Der verminderte Sauerstoffpartialdruck, der regeltechnisch zu hoch liegende Kohlensäurepartildruck

(trotz Normbereich), die nachlassenden Schmerzen und die allgemeinen Besserungserscheinungen verbunden mit körperlicher (Aufrichten) und psychischer Aktivität führen zu Hyperventilation mit abfallendem Kohlensäurepartialdruck und allmählich wieder ansteigendem Sauerstoffpartialdruck.

Die metabolischen Auswirkungen sind weitaus komplizierter. Sicherlich spielen die nach der Operation verminderten Herzminutenvolumina und die schlechtere Nierendurchblutung neben der vermehrten Ausschüttung von Nebennierenrindenhormonen auch eine Rolle. Die hormonell gesteuerte Jonenretention und Jonenausscheidung ist durch die Operation beeinträchtigt und so kommt es zu den beschriebenen Veränderungen bei den zweiten Untersuchungen. Interessant ist, dass auch der metabolische Regelkreis in Hinsicht auf die zweite Untersuchung nach 5-6 Tagen sinnvoll arbeitet. Die bei isolierter Betrachtung der dritten Untersuchung festzustellende Überkompensation, oder anders ausgedrückt, das Fehlverhalten einer der beiden Werte (PCO_2 , BÜ) ist wohl auf einen gewissen "Nachholbedarf" zurückzuführen. Diese Schwankungen sind Ausdruck der Übergangsfunktion des PH-Regelsystems, nachdem es durch das chirurgische Trauma aus dem Gleichgewicht gebracht wurde. Bei unserer letzten Untersuchung ist der neue Haltewert noch nicht erreicht.

E. Zusammenfassung

Wir haben im Rahmen unserer Untersuchungen 19 Patienten mit dem "Astrup micorequipment - Radiometer Kopenhagen" auf ihre Veränderungen im Bereich des Actual PH, des Actual PCO₂, des Basenüberschusses, des Standardbikarbonats StB und des Totalbikarbonats TB untersucht. Die erste Untersuchung führten wir vor der Operation, die zweite, dritte und vierte Untersuchung in bestimmten Zeiträumen nach der Operation durch. Bei einigen Patienten konnten wir auch noch den PO₂ mitbestimmen.

Die Veränderungen der Blutgaswerte durch das chirurgische Trauma sind sowohl metabolischer als auch respiratorischer Art. Der grosse Anteil an Patienten mit Operationen am Gastrointestinaltrakt bedingt die vorwiegend metabolischen Veränderungen nach der Operation. Unter den metabolischen Abweichungen ist die metabolisch-acidotische Gruppe am stärksten.

Bei der Betrachtung der Regelvorgänge wurde die Gruppe (10 von 19) der Patienten genauer diskutiert, die mit einem PH Abfall auf das chirurgische Trauma reagierten. Es ist zu erkennen, dass die wohl primär metabolische Störung durch den Ausfall der respiratorischen Komponente der PH Regulation nicht ausgeglichen wird. Die nicht durchgeführte Hyperventilation trotz abgefallenem PO₂ und angestiegenem PCO₂ hat wohl in den Schmerzen bei tiefer, verstärkter Atmung ihre Ursache. 5-6 Tage nach der Operation steigt der PH über die Norm an, im Sinne einer überschüssigen Auswirkung der gegenregulatorischen Kräfte.

Kurz vor der Entlassung zeigt sich eine Rückführungstendenz zur Norm. Es ergibt sich deutlich das Bild der Übergangsfunktion eines Regelsystems, das durch das chirurgische Trauma aus dem Gleichgewicht gekommen ist. Der neue Haltewert (steady state) ist in der dritten Woche post operationem noch nicht erreicht.

F. Literatur

1. ANDERSEN, O.S.: The Acid - Base Status of the Blood.
Kopenhagen: Munksgaard 1964
2. ANDERSEN, O.S.: Eine graphische Darstellung der Änderungen des Säure-Base-Gleichgewichtes.
Scand. J. clin. Lab. Invest. 12 (1960), 311 - 314
3. ANSCHÜTZ, F.: Über die Sauerstoffversorgung der Muskulatur unter normalen und pathologischen Bedingungen.
Die Therapiemöglichkeit mit der Sauerstoffdruckkammer.
Fortschr. Med. 84 (1966), 45 - 50
4. ASTRUP, P.: Ultra Micromethoden zur Bestimmung von PH, PCO₂ und StB im Kapillarblut.
Vorlesung anlässlich der Londoner Tagung des Ciba Foundation Research Forums am 2. und 3. Dez. 1958, London
5. ASTRUP, P.: Der Säure - Basenstoffwechsel. Eine neue Darstellung.
Radiometer-Sonderdruck TAS 8, Kopenhagen 1959
6. BAUR, H.: Respiration und Kohlensäurehaushalt.
Stuttgart: Schattauer 1963
7. GEISLER, L.: Lungenfunktion.
Fortschr. Med. 83 (1965), 762 - 764
8. HERBERG, D. und L. GEISLER: Arterielle Blutgase.
Med. Klinik 61 (1966), 10 - 14
9. MAURER, G., E. HOFMEISTER: Die praktische Bedeutung des Wasser-Elektrolyt-Haushalts in der chirurgischen Behandlung.
Votr. prakt. Chir. 53 (1958)
Stuttgart: Enke 1958

10. TRINKLE, J. Kent: Wichtiger Anhaltspunkt für Säure - Basen-Gleichgewicht bei Operationen.
Med. Tribune 1967, Nr. 18, S. 3
11. WYLICIL, P.: Die klinische Bedeutung der Blutgasanalysen aus dem Ohrläppchenblut.
Med. Welt 1967, 1119 - 1130
12. ZIMMERMANN, W.E.: Die Bedeutung der Lungenfunktionsprüfung in der Chirurgie.
Wissen und Praxis 1965 H. 42

Lebenslauf

Als Sohn des prakt. Arztes Dr. med. Josef Sciuk und seiner Ehefrau Ursula Sciuk, geb. Ziensch wurde ich am 18. November 1939 in Hindenburg geboren. Nach unserer Flucht im Frühling 1945 nach Memmingen im Allgäu trat ich 1946 in die dortige Volksschule ein. 1950 wechselte ich an die Oberrealschule Memmingen über, die ich 1960 mit dem Abitur abschloß. Anschließend wurde ich sofort zum Wehrdienst eingezogen und im Dezember 1961 als Fähnrich der Reserve entlassen. Im Januar 1962 immatrikulierte ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und legte nach dem Sommersemester 1962 das Vorphysikum und 1964 das Physikum ab. Nach dem Physikum bewarb ich mich sofort um eine Doktorarbeit in der chirurgischen Universitätsklinik. Im März 1968 beschloß ich mein Medizinstudium mit dem Staatsexamen. Seit dem 1. 6. 1968 bin ich als Medizinalassistent im Städt. Krankenhaus in Memmingen tätig.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogn, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
